

MOBILNA APLIKACIJA ZA PRORAČUN INTEZITETA SUNČEVOG ZRAČENJA I NJENA PRIMENA U POLJOPRIVREDI

*Dušan Marković¹, Dalibor Tomić¹, Vladeta Stevović¹, Uroš Pešović²,
Siniša Randić²*

Izvod: Kada su ostali agroekološki činioci kao što su hranljive materije i voda prisutni u dovoljnim količinama, intenzitet sunčeve svetlosti može biti ograničavajući faktor za dobijanje visokog kvaliteta i prinosa useva. U radu je predstavljen princip primene mobilnih aplikacija za pametne telefone koje imaju mogućnost da izvrše proračun intenziteta sunčevog zračenja na bilo kom lokalitetu. Aplikacija omogućava određivanje vrednosti intenziteta sunčeve svetlosti za odabrani vremenski period na osnovu GPS koordinata i u zavisnosti od položaja terena pri različitim meteorološkim uslovima.

Ključne reči: mobilna aplikacija, proračun intenziteta sunčevog zračenja, prinos useva.

Uvod

Poznavanje odnosa između biljnih vrsta i životne sredine u kojoj one žive, jedan je od preduslova za optimizaciju biljne proizvodnje (Dević et al., 2008.) i bolje iskorišćavanje genetskog potencijala za prinos. Praćenjem i kontrolom temperature, koncentracije CO₂, intenziteta svetlosti i sl. moguće je uticati na određene procese koji se dešavaju u biljkama. To je razlog zašto se sve veća pažnja posvećuje modeliranju i optimizaciji proizvodnje, kao i tehnološko-tehničkim sistemima kontrole (Dević et al., 2008.).

Intenzitet sunčevog zračenja u određenoj lokaciji na Zemlji opredeljuje biljni i životinjski biodiverzitet na toj lokaciji. Biljka koristi 1-2% apsorbovane energije zračenja za fotosintezu. Preostali deo apsorbovane energije, pretvara se u toplotnu energiju u listu biljke (Sirvydas i sar., 2010.). Kada su ostali agroekološki činioci kao što su hranljive materije i voda prisutni u dovoljnim količinama, intenzitet svetlosti može biti ograničavajući faktor za dobijanje visokih prinosa (Weber et al., 2008.). Intenzitet sunčevog zračenja pored uticaja na prinos biljaka, utiče i na hemijski sastav proizvoda dobijenih u poljoprivrednoj proizvodnji (Izquierdo i sar., 2009.). S obzirom na to, pravilnim odabirom lokacije za gajenje određenih kultura može se uticati na kvalitet poljoprivrednih proizvoda u cilju prilagođavanja njihovoj daljoj nameni.

Proračun intenziteta svetlosti na određenoj lokaciji u idealnom slučaju moguće je izvršiti na osnovu parametara kao što su GPS koordinate, dan u godini, doba dana, orijentacija površine odnosno terena na toj lokaciji. Na idealnu vrednost sunčevog zračenja koja se može izračunati bilo gde na planeti utiču čestice koje postoje u

¹ Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (dušan.markovic@kg.ac.rs, dalibort@kg.ac.rs, vladeta@kg.ac.rs)

² Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Svetog Save 65, 32000 Čačak, Srbija (pesovic@ftn.kg.ac.rs, rasin@ftn.kg.ac.rs)

atmosfera ali i uslovi smanjene vidljivosti i oblačnosti. Posebno značajan uticaj ima faktor oblačnosti, koga moramo uzeti u obzir da bi se dobila što realnija slika o intenzitetu zračenja u nekom periodu. U ovom radu predstavljen je princip primene mobilnih aplikacija za pametne telefone koje imaju mogućnost da izvrše proračun intenziteta sunčevog zračenja na određenom lokalitetu uzimajući u obzir i meteorološke uslove pre svega oblačnost.

Model mobilne aplikacije

Mobilna aplikacija za proračun intenziteta sunčevog zračenja namenjena je za korisnike na terenu koji mogu dobiti vrednosti zračenja za odabrani vremenski period na osnovu GPS koordinata i u zavisnosti od položaja terena. Prema navedenim parametrima intenzitet sunčevog zračenja u idealnom slučaju bez uticaja atmosfere može se u potpunosti dobiti proračunom neposredno na pametnom telefonu korisnika (Molina-Martínez et al., 2011.). Međutim, na intenzitet sunčevog zračenja u realnosti utiču ostali faktori kao što su vremenski uslovi u posmatranom području.

Mobilna aplikacija predstavljena u ovom radu nije implementirana samo na mobilnom uređaju već je postavljena delom i na web serveru gde se mogu prikupiti i uzeti u obzir drugi meteorološki parametri koji utiču na intenzitet sunčevog zračenja. Na osnovu toga, mobilna aplikacija se sastoji od klijentske strane koja služi da prikupi podatke sa lokacije odnosno ulazne podatke od korisnika i serverske strane koja treba da preuzme podatke iz drugih sistema o uticaju meteoroloških uslova oblačnosti i uključuje ih u proračun kako bi se dobile vrednosti što približnije realnom stanju.

Korisnici mogu imati mobilne telefone zasnovane na različitim platformama, kao što su uređaji sa Android, iOS, BlackBerry ili Windows 7 operativnim sistemima. Realizacija mobilnih aplikacija za svakog od ovih sistema podrazumeva upoznavanje sa programskim jezikom i ostalim detaljima karakterističnim za odabrani mobilni uređaj. Da bi se mobilna aplikacija realizovala koristeći jedan opšte poznati skup tehnologija bez potrebe za učenjem i razvojem softverske aplikacije za svaku platformu zasebno korišćen je PhoneGap framework. PhoneGap predstavlja skup softverskih komponenti (biblioteka) koji omogućava razvoj aplikacija za mobilne uređaje koristeći web tehnologije. Na taj način razvoj aplikacija se ostvaruje na višem programskom nivou koristeći dobro poznate tehnologije kao što su HTML, CSS i JavaScript tako da nije neophodno poznavati bazični softver na uređaju. Delovi aplikacije koji predstavljaju ulazno-izlazni interfejs, aplikacionu logiku i komunikaciju sa serverom ostvareni su uz pomoć HTML-a i JavaScript-a sa kojima se takođe ostvaruje i pristup uređaju preko PhoneGapa. Drugi deo PhoneGapa zadužen je za izvršavanje realnog rada na uređaju i prilagođen je softverskoj implementaciji odabrane platforme. Uz pomoć PhoneGap-a može se preko JavaScript-a pristupiti kameri, GPS-u, informacijama telefona ili akcelerometru bez potrebe za poznavanjem rada u pozadini tj. softvera uređaja na nižem nivou.

Uticaj vremenskih uslova na model proračuna solarnog zračenja definisan je u studiji Jeong (2009.) i može se iskoristiti za dobijanje što preciznijih vrednosti za određeno područje. U zavisnosti od meteoroloških prilika uzeto je pet različitih opcija za definisanje zastupljenosti oblačnosti, a to su: vedro, delimično oblačno, umereno

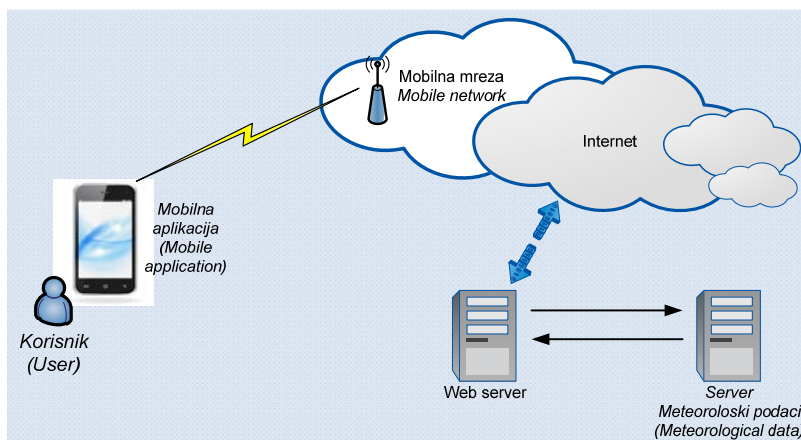
oblačno, pretežno oblačno, potpuno oblačno ili magla. Kao rezultat studije definisani su kalibracioni faktori za svaki podskup uslova oblačnosti koji je prikazan u tabeli 1.

Tabela 1. Kalibracioni faktori za svaki podskup uslova oblačnosti

Table 1. Calibration factor for each subset cloud conditions

Uslovi oblačnosti (Cloud conditions)	Vedro (clear)	Delimično oblačno (partly cloudy)	Umereno oblačno (scattered clouds)	Pretežno oblačno (mostly cloudy)	Potpuno oblačno ili magla (overcast or fog)
Kalibracioni faktor (Calibration factor)	0.9683	0.9683	0.8800	0.5770	0.1615

Model za proračun intenziteta sunčevog zračenja može se unaprediti preko kalibracionih faktora sa kojima se uzima u obzir uticaj vremenskih uslova. Na taj način dobijaju se vrednosti sa većom tačnošću. Mobilna aplikacija kao klijent dobija rezultat proračuna koji je postavljen na serverskoj strani i uzima u obzir meteorološke podatke koji se prikupljaju sa drugih serverskih stanica (Slika 1).



Slika 1. Mobilna aplikacija i proračun na serveru

Figure 1. Mobile application and estimation on server

Model mobilne aplikacije prikazan u radu Marković et al. (2013.) čija postavka odgovara slici 1. može se unaprediti definisanjem novih korisničkih parametara za potrebe donošenja odluka poljoprivrednih stručnjaka, a koji bi zavisili od sunčevog zračenja. Na osnovu tih parametara korisnici mogu dobiti povratnu informaciju o uticaju intenziteta svetlosti u posmatranom periodu na rezultate biljne proizvodnje.

Značaj mobilne aplikacije u poljoprivrednoj proizvodnji

Odnos između fotosinteze i intenziteta svetlosti je od davnina predmet istraživanja biljnih fiziologa (Böhning and Burnside, 1956.). Mali intenzitet fotosinteze biljaka često

je uslovljen niskim intenzitetom svetlosti što rezultuje usporenim rastom i smanjenim prinosom biljaka (Langford i Wainwright, 1987.; Voračkova et al., 1998.). Još je Fulmer (1942.) na osnovu višegodišnjih istraživanja utvrdio da postoji pozitivan korelativni odnos između relativne osunčanosti i prinosa pamuka. Prema rezultatima Brancourt-Hulmel i Lecomte (2003.), lokacije na kojima su gajeni 13 varijeteta pšenice uticale su na prinos zrna pored ostalog i preko intenziteta sunčevog zračenja. Chapin i sar. (2002.) navode da C3 biljke bolje reaguju na povećanje difuzne svetlosti u odnosu na C4 biljke.

Prema Izquierdo i sar. (2009.) intenzitet sunčevog zračenja može da utiče na hemijski sastav poljoprivrednih proizvoda. Autori su kod tri široko rasprostranjene kulture u svetu (kukuruz, suncokret, soja) utvrdili da jačina sunčevog zračenja utiče na sadržaj viših masnih kiselina u gotovim proizvodima. Najveća razlika utvrđena je kod suncokreta kod koga je sa povećanjem intenziteta svetlosti povećan sadržaj oleinske kiseline, a pri tom smanjen sadržaj linolne i linolenske kiseline. To ukazuje da se pravilnim odabirom lokacije za gajenje određenih kultura može uticati i na dobijanje odgovarajućeg kvaliteta poljoprivrednih proizvoda za određenu namenu.

Poseban značaj svemu ovome daje činjenica da u poslednje vreme sa zagađenjem vazduha, smanjuje se intenzitet direktnog sunčevog zračenja, ali se pri tom povećava jačina difuzne svetlosti (Badarinath i sar., 2007.). Autori navode da je proračun količine sunčevog zračenja koja stiže do biljaka važna kako bi se odredila stopa fotosinteze, kao i da na povećanje intenziteta sunčevog zračenja jače reaguju usevi sa većim indeksom lisne površine.

Korišćenjem savremenih i preciznih modela za praćenje intenziteta svetlosti moguće je odrediti optimalne vrednosti intenziteta osvetljena pri datim uslovima temperature, mineralne ishrane i sl. u određenim fenofazama rasta i razvika biljaka. Na taj način moguće je razviti odgovarajuće virtualne modele ponašanja biljaka u određenim uslovima na bazi korelacionih odnosa. Ovi sistemi mogu imati veliku ulogu u optimizaciji uslova pri proizvodnji u zaštićenom prostoru. Jačina svetlosti uglavnom zavisi od zahteva useva i ekonomskog efekta primene. Ona bi kod većine biljaka trebalo da bude održavana na oko $150\text{--}250\ \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ fotosintetički aktivnog zračenja (FAR) (Dević et al., 2008.). Poznavanjem intenziteta svetlosti koju na nekom prostoru dobijamo od Sunca možemo planirati vreme i intenzitet dodatnog osvetljena u zaštićenom prostoru.

Znajući intenzitet zračenja tokom godine na određenom području moguće je utvrditi optimalan rok setve određenog useva kako bi on vegetirao u najoptimalnijem periodu u pogledu intenziteta osvetljenosti (Rondanini i sar., 2003.). Mobilna aplikacija može doprineti istraživanju odnosa između količine sunčevog zračenja i fitoenergetske akumulacije na širem području u cilju boljeg razumevanja razlika između potencijalne i stvarne iskorišćenosti sunčeve insolacije (Amthor, 2010.).

Zaključak

Nedovoljan intenzitet svetlosti može biti ograničavajući faktor za dobijanje visokih prinosa biljaka kada su ostali agroekološki činioci kao što su hranljive materije i voda prisutni u dovoljnim količinama. Takođe, intenzitet osvetljenja useva tokom vegetacionog perioda može uticati na kvalitet poljoprivrednih proizvoda. Mobilna

aplikacija za proračun intenziteta solarnog zračenja namenjena je za korisnike koji mogu imati mobilne telefone zasnovane na različitim platformama. Aplikacija omogućava dobijanje vrednosti zračenja za odabrani vremenski period na osnovu GPS koordinata, dana u godini, doba dana i u zavisnosti od položaja terena pri različitim meteorološkim uslovima. U aplikaciji se mogu definisati novi korisnički parametri značajni za donošenje odluka u poljoprivredi koji su u relaciji sa intenzitetom sunčevog zračenja.

Napomena

Ovaj rad je deo istraživanja na projektu TP 32043 – za period 2011-2014. finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Amthor S. J. (2010). From sunlight to phytomass: on the potential efficiency of converting solar radiation to phyto-energy. *New Phytologist*, 188: 939–959.
- Badarinath K.V.S., Kharol S.K., Kaskaoutis D.G., Kambezidis H. D. (2007). Influence of atmospheric aerosols on solar spectral irradiance in an urban area. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 69: 589–599.
- Böhning H. R., Burns A. C. (1956). The effect of light intensity on rate of apparent photosynthesis in leaves of sun and shade plants. *American Journal of Botany*, 43(8): 557-561.
- Brancourt-Hulmel M., Lecomte C. (2003). Effect of environmental variates on genotype x environment interaction of winter wheat; A comparison of biadditive factorial regression to AMMI. *Crop. Sci.*, 43: 608-617.
- Chapin F.S., Matson P.A., Mooney H.A. (2002). *Principles of Terrestrial Ecosystems Ecology*. New York: Springer.
- Đević M, Dimitrijević A, Blažin (2008). Control of climatic condition inside greenhouses. *Cont. Agr. Engng.*, 34(1-2): 32-39.
- Fulmer L. J. (1942). Relationship of the cycle in yields of cotton and apples to solar and sky radiation. *The Quarterly Journal of Economics*, 56 (3): 385-405.
- Izquierdo G. N., Aguirrezabal N. A. L., Andrade H. F., Geroudet C., Valentinuz O., Pereyra Iraola M. (2009). Intercepted solar radiation affects oil fatty acid composition in crop species. *Field Crops Research*, 114: 66–74.
- Jeong J. (2009). *A Practical Theory of Micro-Solar Power Sensor Networks*. Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley.
- Langford P. J., Wainwright H. (1987). Effects of sucrose concentration on the photosynthetic ability of rose shoots in vitro. *Annals of Botany*, 60: 633-640.
- Marković D., Pesović U., Randjić S. (2013). Estimation of solar radiation intensity based on gps and cloud conditions using mobile application. *Proceedings of International scientific conference "UNITECH 2013"* Gabrovo, Bulgaria, 1: 131-136

- Molina-Martínez M. J., Jiménez M., Ruiz-Canales A., Fernández-Pacheco G. D. (2011). RaGPS: A software application for determining extraterrestrial radiation in mobile devices with GPS. *Computers and Electronics in Agriculture*, 78(1): 116–121.
- Rondanini D., Savin R., Hall A. (2003). Dynamics of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) exposed to brief intervals of high temperature during grain filling. *Field Crops Res.*, (83): 79–90.
- Sirvydas A., Kučinskas V., Kerpauskas P., Nadzeikiene J. Kusta A. (2010). Solar radiation energy pulsations in a plant leaf. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 18(3): 188-195.
- Voračková Z., Lipavská H., Konečný P. (1998). The efficiency of transfer of plants cultivated in vitro to ex vitro conditions as affected by sugar supply. *Biologia Plantarum*, 41: 507-513.
- Weber U., Jung M., Reichstein M., Beer C., Braakhekke M., Lehsten V. (2008). The inter-annual variability of Africa's ecosystem productivity, a multi-model analysis. *Biogeosciences Discussions*, 5: 4035–4069.

MOBILE APPLICATION FOR ESTIMATION OF SOLAR RADIATION INTENSITY AND APPLIANCE IN AGRICULTURE

Dušan Marković¹, Dalibor Tomić¹, Vladeta Stevović¹, Uroš Pešović², Siniša Randić²

Abstract

If agrieological factors, such as nutrients and water, were present in sufficient amounts, the intensity of the light can be a limiting factor in obtaining a high quality and yield crops. This paper presents the model of mobile application for smart phones that have the ability to perform calculation of solar radiation intensity for any location on the surface of the earth. The mobile application allows estimation of the sunlight intensity for a selected time period, based on the GPS coordinates and orientation of terrain, and depending on the weather conditions.

Key words: mobile application, estimation of solar radiation intensity, yield of crops.

¹ University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (dušan.markovic@kg.ac.rs, dalibort@kg.ac.rs, vladeta@kg.ac.rs)

² University of Kragujevac, Faculty of technical sciences Čačak, Svetog Save 65, 32000 Čačak, Srbija (pesovic@ftn.kg.ac.rs, rasin@ftn.kg.ac.rs)